

02.06.1981

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 4009749 A1

⑤1 Int. Cl. 5:  
G 01 B 21/00  
G 01 D 5/244

②1 Aktenzeichen: P 40 09 749.8  
②2 Anmeldetag: 27. 3. 90  
④3 Offenlegungstag: 6. 12. 90

BEST AVAILABLE COPY

DE 4009749 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
02.06.89 DD WP G 05 B/329191

⑦1 Anmelder:  
Jenoptik Jena GmbH, DDR 6900 Jena, DD

⑦2 Erfinder:

Schuchardt, Gerd, Dr.-Ing., DDR 6902 Jena, DD;  
Freitag, Hans-Joachim, Dr.-Ing.; Tzschach, Friedrich,  
Dr.-Ing.; Strobel, Heinz, Dipl.-Ing., DDR 6900 Jena,  
DD

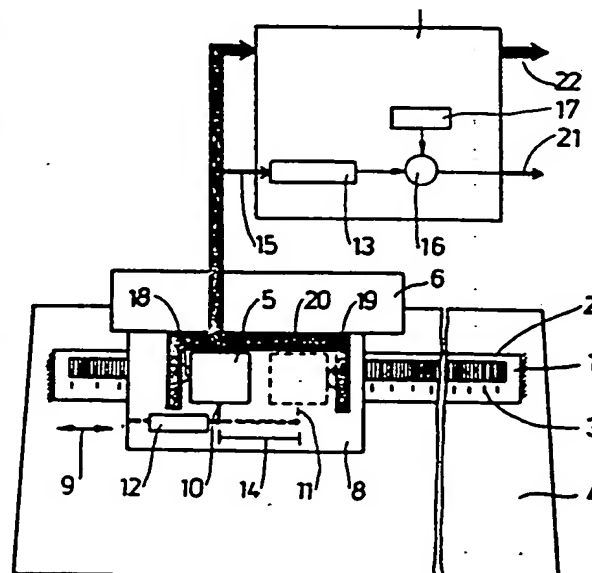
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	35 09 838 A1
DE	33 40 866 A1
DE	33 11 203 A1
CH	4 87 394

⑤4 Verfahren und Anordnung zur Überwachung eines Winkel- oder Längenmeßsystems an einer Maschine

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Überwachung eines Winkel- oder Längenmeßsystems an einer Maschine.

Die Erfindung besteht darin, daß bei Stillstand der zueinander beweglichen Maschinenelemente (4, 6) mit Hilfe einer Positioniereinrichtung (8), die ein Verstellelement (12) und Fixierelemente (18, 19) auf einem maßstabilen Basiselement (20) beinhaltet, eine definierte Verstellung einer Abtasteinrichtung (5) oder eines Teilungsträgers (1) in Teilungsrichtung (9) erreicht wird. Der vorzeichenbehaftete Verstellweg (14) wird mit Hilfe einer Auswerteeinrichtung (7) aus den Zählsignalen der Abtasteinrichtung (5) ermittelt. Nach einem Vergleich des ermittelten Verstellweges (14) mit einem gespeicherten Normalwert (17) wird entweder eine Fehlermeldung abgegeben oder bei Übereinstimmung beider Werte wird in der einen stabilen Position der Meßwert des Meßsystems direkt der Relativlage zwischen den beiden Maschinenelementen (4, 6) zugeordnet und in der anderen stabilen Position wird der Meßwert des Meßsystems vor der Zuordnung zur Relativlage zwischen den Maschinenelementen (4, 6) mit dem vorzeichenbehafteten Verstellweg (14) korrigiert.



DE 4009749 A1

Die Erfindung ist im wissenschaftlichen Gerätebau, im allgemeinen Maschinenbau und in der Werkzeugmaschinenindustrie zur Überwachung von hochauflösenden Winkel- oder Längenmeßsystemen an einer Maschine anwendbar.

Im Werkzeugmaschinenbau und im allgemeinen Maschinenbau werden in großem Umfang Längen- und Winkelmeßsysteme eingesetzt. Grundsätzlich sind dabei zwei Arten bekannt, wobei die eine Art unter dem Begriff Absolutwert-System und die andere Art unter dem Begriff Inkremental-Zählsystem zu beschreiben sind. Absolutwertsysteme, z. B. CH 3 74 207 und Inkremental-Systeme, z. B. CH 4 99 091 haben jeweils eine Reihe spezifischer Vor- und Nachteile. Eine Reihe von Lösungen vereinigt mit spezifischen hybriden Lösungen die Vorteile von beiden bzw. vermeidet deren Nachteile, z. B. DE 24 16 212 B2 oder DE 31 44 334 C2. Für den Einsatz in modernen Fertigungssystemen ist eine hohe Funktionssicherheit dieser Meßsysteme von hervorragender Bedeutung, da Falschanzeigen der Meßsysteme erhebliche Schäden hervorrufen können. Deshalb gibt es erhebliche Anstrengungen, um mittels Überwachungstests eine rechtzeitige Fehlererkennung zu erhalten und damit Folgeschäden abzuwenden. Viele Lösungen werten elektrisch/elektronische Parameter aus, um bei Abweichungen von vorgeschriebenen Funktionsparametern Fehlermeldungen auszulösen, z. B. CH 4 99 091; CH 4 72 021, DD 1 30 685; DE 20 20 393 A1; DE 35 28 796 A1 und DE 34 31 841 A1.

Dabei gibt es jedoch keine funktionsgerechte Kontrolle der metrologischen Richtigkeit der Anzeige des Meßsystems, d. h. selbst wenn die kontrollierten Parameter in Ordnung sind, können Anzeigefehler des Meßsystems nicht ausgeschlossen werden. Deshalb werden mit anderen Lösungen, z. B. DE 12 14 892 A1, die Anzeigen des Meßsystems mit Zusatzinformationen, die in Hilfsmarken auf der Maßstabsteilung enthalten sind, verglichen. Damit wird die Zählung funktionsgerecht kontrolliert, der Nachteil ist jedoch, daß mit dieser Methode beim Test die Maschine verfahren werden muß, was jedoch aus den eingangs gesagten Gründen im Fehlerfall gefährlich sein kann. Gleiches gilt für die Kontrolle des Meßsystems in der Maschine mittels eines Fremd-Meßsystems, zumeist eines Laser-Wegmeßsystems, wie dies auch bei der Maschinen-Abnahme oder einer Korrekturwert-Ermittlung erfolgt (Feingerätetechnik 1984, Heft 9, S. 410, Feingerätetechnik 1984, Heft 12, S. 537).

Zudem ist der Anbau eines Fremd-Meßsystems zum Test des maschineneigenen Meßsystems aufwendig und zeitraubend.

Ziel der Erfindung ist es, für ein an einer Maschine einzusetzendes Längen- oder Winkelmeßsystem eine Anordnung und ein Verfahren anzugeben, mittels denen ein Überwachungstest schnell und funktionsgerecht einschließlich Prüfung der metrologischen Richtigkeit des Anzeigeergebnisses durchgeführt werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben und eine Anordnung zu entwickeln, die eine Überwachung eines Winkel- oder Längenmeßsystems mit einfachen Mitteln bei Stillstand der relativ zueinander beweglichen Maschinenelemente ermöglicht.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei einem Verfahren und bei einer Anordnung mit einem Winkel oder Längenmeßsystem, welches aus einer Rasterteilung mit Referenzmarken auf einem Teilungsträger, aus einer Abtasteinrichtung zur Abtastung der Rasterteilung und der Referenzmarken und aus einer Auswerte- und Anzeigeeinheit besteht, das Meßsystem nicht in üblicher Weise mit dem Teilungsträger an einem ersten Maschinenelement und der Abtasteinrichtung an einem zweiten Maschinenelement abgebracht ist, wobei die Relativbewegung zwischen erstem und zweitem Maschinenelement zu messen ist, sondern entweder die Abtasteinrichtung oder der Teilungsträger zunächst in eine Positioniereinrichtung aufgenommen ist und über diese Positioniereinrichtung die Verbindung zum ersten bzw. zweiten Maschinenelement hergestellt ist. Diese Positioniereinrichtung ist so ausgelegt, daß sie für die Abtasteinrichtung bzw. den Teilungsträger in Teilungsrichtung, d. h. folglich auch in Meßrichtung, zwei unterschiedliche feste Positionen realisieren kann. Der Verstellweg zwischen diesen beiden Positionen wird einmalig bestimmt und ist somit als Normalwert bekannt, er kann durch die Differenz der Meßsystemanzeige in beiden Positionen bestimmt werden. Dieser Normalwert ist von nun an ein Testkriterium für die Funktion des Meßsystems, d. h. in beliebiger Relativlage zwischen erstem und zweitem Maschinenelement und somit an beliebigen Stellen des Meßbereiches des Meßsystems muß fernerhin die Differenz zwischen den Anzeigen der einen zur anderen Position in der Positioniereinrichtung, d. h. also der zurückgelegte Verstellweg, gleich dem erstmals ermittelten Normalwert sein, wenn zu Testzwecken die Position in der Positioniereinrichtung gewechselt wird und das Meßsystem in Ordnung ist. Zu diesem Zweck enthält die Positioniereinrichtung neben den beiden stabilen Fixierelementen ein Verstellelement, welches den Übergang von der einen in die andere stabile Position bewirkt. Weiterhin müssen erfindungsgemäß Mittel in der Auswerte- und Anzeigeeinrichtung enthalten sein, welche den mechanisch initiierten Verstellweg anhand der Zählsignale des Meßsystems erfassen können. Dieses ist beim reinen Inkrementalsystem z. B. der Hauptzähler selbst, beim reinen Absolutwertsystem wäre es ein Differenzbildner für die beiden den stabilen Positionen zugeordneten Absolutwerte und bei einem hybriden System wäre es z. B. ein eigenes dafür vorgesehener Zähler für die inkrementale Zählfolge, der jedoch beim Überfahren von abstandscodierten Referenzmarken nicht wie der Hauptzähler von einem Absolutwert überschrieben würde. Der mit diesen Mitteln erfaßte Verstellweg wird mit geeigneten Mitteln, z. B. elektronischer Vergleichsschaltung, numerischer Vergleich mittels Steuerrechner o. ä., mit dem Normalwert verglichen. Im Falle der Übereinstimmung ist an der getesteten Stelle das Meßsystem in Ordnung, anderenfalls erfolgt Fehlermeldung. Dabei erfolgt dieser Überwachungstest bei Stillstand des ersten gegenüber dem zweiten Maschinenelement.

Während für den Vergleich mit dem Normalwert nur der Betrag des Verstellweges herangezogen wird, kann das Vorzeichen des Verstellweges zur Unterscheidung der ersten stabilen Position von der zweiten stabilen Position der Abtasteinrichtung bzw. des Teilungsträgers in der Positioniereinrichtung herangezogen werden, dazu könnten aber auch andere Mittel geschaffen oder eine richtungsvorgebende Ansteuerung des Verstellelementes genutzt werden. Wenn sich die Maschinen-Grundeinstellung bzw. die Maschinen-Abnahme auf die Stellung der Abtasteinrichtung bzw. des Teilungsträgers in der ersten stabilen Position in der Positioniereinrichtung bezog, dann muß, wenn nach einem Überwachungstest in der zweiten stabilen Position verblieben

wird, die Anzeige des Meßsystems entweder im Meßsystem selbst oder in der Steuerung der Maschine um den vorzeichenbehafteten Verstellweg, der gleich dem Normalwert ist, korrigiert werden. Dies ist eine einfache Korrektur mit einem Konstantbetrag.

Der beschriebene Überwachungstest kann nach erfolgten Störungen an der Maschine zur Kontrolle des Meßsystems an den Stellen der Relativzuordnung zwischen erstem und zweitem Maschinenelement, also an den Stellen des Meßbereiches, wo die Störung auftrat, erfolgen. Er kann weiterhin grundsätzlich nach allen Einschaltvorgängen oder grundsätzlich zu Beginn eines neuen Bearbeitungszyklus erfolgen. Es ist auch mit maschinen- bzw. meßsystemeigenen Mitteln eine Komplettüberprüfung möglich, indem der Überwachungstest wiederholt im Abstand von jeweils höchstens dem Verstellweg über dem gesamten Meßbereich des Meßsystems durchgeführt wird. Die Positioniereinrichtung kann vorteilhafterweise so ausgelegt werden, daß der Verstellweg in der Größenordnung weniger mm bis zu einigen cm liegt. Es sind Verstellelemente bekannt, die für solche Verstellwege die Verstellung in Bruchteilen von Sekunden realisieren können und somit dieser Überwachungstest die Maschine zeitlich kaum belastet.

Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

Das in der Zeichnung schematisch dargestellte hybride Längenmeßsystem besteht aus folgenden Elementen:

Auf einem Teilungsträger 1 von 1 m Länge sei einerseits eine Rasterteilung 2 mit einer Rasterperiode von 8 µm und andererseits eine Referenzmarkenfolge 3 aufgebracht, wobei die beiden ersten Referenzmarken auf dem Teilungsträger einen Abstand von 1 cm zueinander haben und sich dieser Abstand bei allen folgenden Referenzmarken um jeweils 8 µm verkürzt.

Anhand der durch die Abtasteinrichtung 5 gewonnenen Zähl- und Referenzsignale wird in der Auswerte- und Anzeigeeinrichtung 7 in bekannter Weise ein durch Absolutwertangaben gestützter Zählwert gebildet und als Anzeige 22 des Meßsystems ausgegeben.

Der Teilungsträger 1 ist fest am ersten Maschinenelement, dem Maschinenbett 4 angebracht. Die Abtasteinrichtung 5 ist am zweiten Maschinenelement, einem Support 6 mittels der Positioniereinrichtung 8 angebracht. Diese besteht aus dem maßstabilen Basiselement 20, an welchem zwei mechanische Anschläge 18 und 19 angebracht sind sowie aus einem Verstellelement 12, welches z. B. durch einen durch Federn vorgespannten Schubmagneten realisiert sein kann.

Die Abtasteinrichtung 5 befindet sich in einer stabilen Lage 10, wenn sie durch das Verstellelement 12 an den mechanischen Anschlag 18 gedrückt wird und in der zweiten stabilen Lage 11, wenn sie an den mechanischen Anschlag 19 gedrückt wird. Zwischen beiden stabilen Lagen ergibt sich in Teilungsrichtung 9 ein Verstellweg 14 von etwa 25 mm gemäß Tolerierung der mechanischen Teile.

Der präzise Verstellweg 14, der als Normalwert 17 in der Auswerte- und Anzeigeeinrichtung 7 zu speichern ist, möge sich beim Einmessen bzw. beim ursprünglichen Funktionstest des Meßsystems zu 24,982 mm ergeben.

Beim Überwachungstest, z. B. nach einem Stromausfall an der Maschine, wird mittels Verstellelement 12 die stabile Position 10 bzw. 11 gegen die jeweils andere gewechselt. Die dabei entstehenden Zählsignale des Meßsystems 15 werden in einem Verstellwegzähler 13 erfaßt. Der so erfaßte Verstellweg 14 wird mittels einer Vergleichslogik 16 mit dem gespeicherten Normalwert

17 verglichen. Die Vergleichslogik 16 ist so ausgelegt, daß bei Abweichungen von größer als  $\pm 1 \mu\text{m}$  vom Normalwert von 24,982 mm die Signalleitung 21 für die Fehlermeldung H-Pegel erhält, im anderen Fall L-Pegel.

In der Auswerte- und Anzeigeeinrichtung 7 wird anhand des Vorzeichens beim Verstellwegzähler 13 erkannt, ob sich die Abtasteinrichtung 5 in der ersten stabilen Lage 10 oder der zweiten stabilen Lage 11 befindet.

Wenn sich die ursprüngliche Maschinenjustierung bzw. Maschinenabnahme auf die erste Lage 10 bezog, dann wird in der Auswerte- und Anzeigeeinrichtung im Falle der zweiten stabilen Lage 11 mit nicht dargestellten Mitteln der Normalwert  $- 24,982 \text{ mm}$  zur Anzeige 22 des Meßsystems addiert. Diese additive Korrektur mit einem Konstantwert kann auch in der Maschinensteuerung erfolgen, für die die Anzeige 22 die Eingangsgröße darstellt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung eines Winkel- oder Längenmeßsystems an einer Maschine, bei dem zu markanten Zeitpunkten durch eine Relativbewegung zwischen einem Teilungsträger und einer Abtasteinrichtung aus den Zählsignalen, die von der Abtasteinrichtung abgegeben werden, in einer Auswerteeinrichtung Signale erzeugt werden, dadurch gekennzeichnet,

daß bei Stillstand der Maschinenelemente (4, 6) der Teilungsträger (1) oder die Abtasteinrichtung (5) durch ein Verstellelement (12) einer Positioniereinrichtung (8) in Richtung (9) der Teilung von einer stabilen Position in eine zweite stabile Position bewegt wird,

daß mit Hilfe der Auswerteeinrichtung (7) aus den Zählsignalen der Abtasteinrichtung (5) der vorzeichenbehaftete Verstellweg (14) ermittelt wird.

daß der ermittelte Verstellweg (14) in einem aus der Auswerteeinrichtung (7) gespeicherten Normalwert (17) verglichen wird,

daß bei Abweichung beider Werte voneinander eine Fehlermeldung abgegeben wird und bei Übereinstimmung beider Werte in der einen stabilen Position der Meßwert des Meßsystems direkt der Relativlage zwischen erstem (4) und zweitem Maschinenelement (6) zugeordnet wird und in der anderen stabilen Position der Meßwert des Meßsystems vor der Zuordnung zur Relativlage zwischen erstem und zweitem Maschinenelement (4, 6) mit dem vorzeichenbehafteten Verstellweg (14) korrigiert wird.

2. Anordnung zur Überwachung eines Winkel- oder Längenmeßsystems an einer Maschine, bei der an einem ersten Maschinenelement ein Teilungsträger mit einer Rasterteilung und mit Referenzmarken angebracht ist und bei der an einem zweiten Maschinenelement, welches zum ersten Maschinenelement relativ beweglich ist, eine Abtasteinrichtung für die Rasterteilung und die Referenzmarken angebracht ist, wobei die Abtasteinrichtung mit einer Auswerte- und Anzeigeeinrichtung in Verbindung steht, dadurch gekennzeichnet, daß eine Positioniereinrichtung (8) fest am ersten (4) oder zweiten Maschinenelement (6) vorgesehen ist, die aus einem Verstellelement (12) für den Teilungsträger (1) oder die Abtasteinrichtung (5) relativ zum ersten (4) oder zweiten Maschinenelement

(6) in Teilungsrichtung (9) besteht, und die zwei Fixierelemente (18, 19) für einen definierten Anfangs- und Endwert der Verstellung beinhaltet, daß in der Auswerte- und Anzeigeeinrichtung (7) Mittel zur Erfassung des Verstellweges (14) des Teilungsträgers (1) oder der Abtasteinrichtung (5) von der einen in die andere stabile Position anhand der Zählsignale (15) des Meßsystems vorgesehen sind, und  
daß in die Auswerte- und Anzeigeeinrichtung (7) Mittel (16) zum Vergleich des erfaßten Verstellwinkels oder Verstellweges (14) mit einem in der Auswerteeinrichtung (7) gespeicherten Normalwert (17) enthalten sind.

3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Fixierelemente feste mechanische Anschläge (18, 19) vorgesehen sind, und daß diese Anschläge (18, 19) auf einem maßstabilen Basiselement (20) der Positioniereinrichtung (8) installiert sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

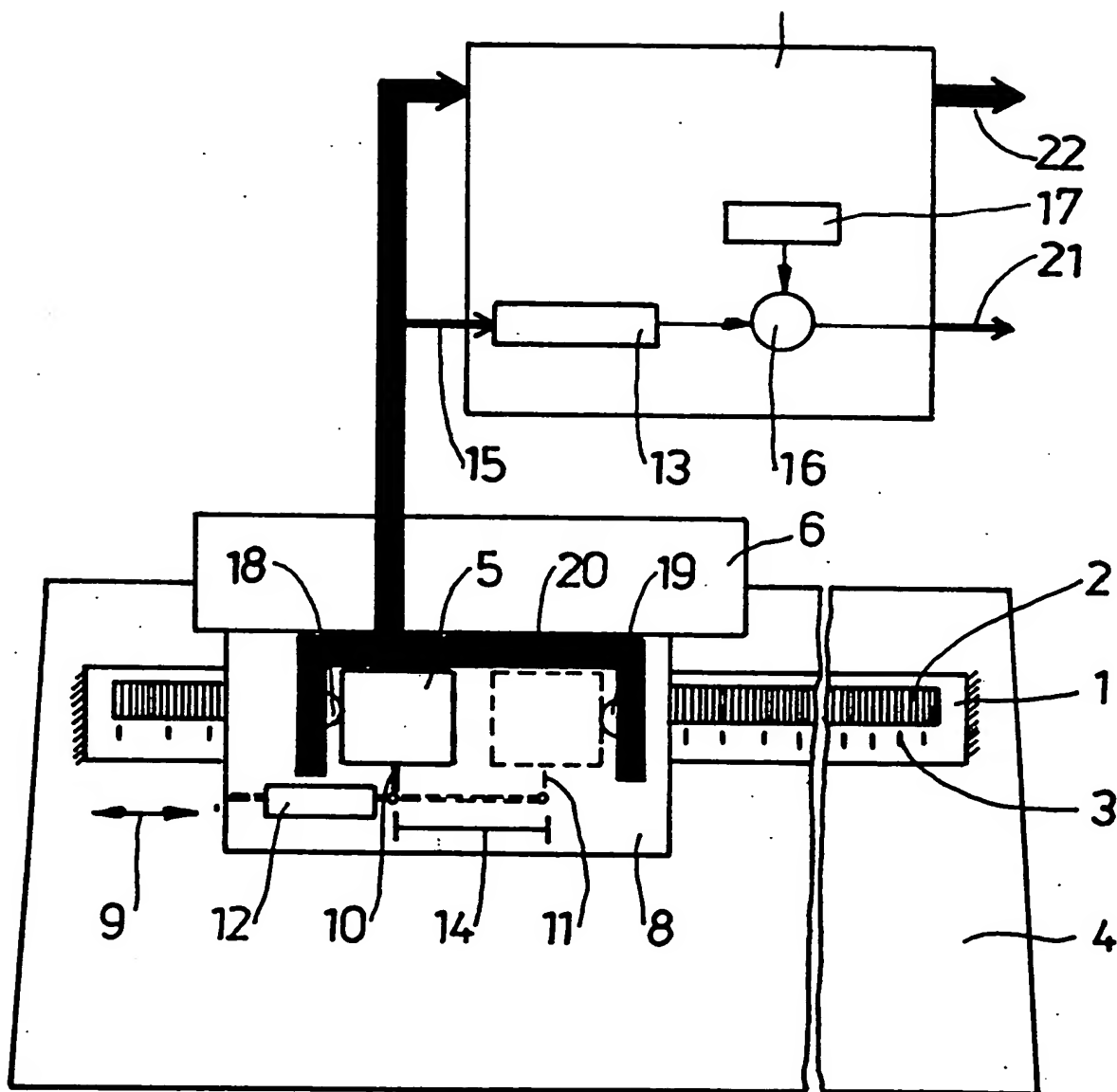
45

50

55

60

65



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

=> s de4009749/pn

L1 1 DE4009749/PN

=> d all

L1 ANSWER 1 OF 1 WPINDEX COPYRIGHT 2001 DERWENT INFORMATION LTD

AN 1990-369404 [50] WPINDEX

DNN N1990-281672

TI Angle monitoring length measurement monitoring systems - adjusts scale carrier, checks effect on measurement and compares with standard value.

DC S02

IN FREITAG, H J; SCHUCHARDT, G; STROBEL, H; TZSCHACH, F; FREITAG, H

PA (JENA) JENOPTIK JENA GMBH; (JENA) CARL ZEISS JENA GMBH

CYC 2

PI DE 4009749 A 19901206 (199050)\* <--

DD 284772 A 19901121 (199117)

DE 4009749 C2 19930708 (199327) 5p G01B021-00 <--

ADT DE 4009749 A DE 1990-4009749 19900327; DE 4009749 C2 DE 1990-4009749 19900327

PRAI DD 1989-329191 19890602

IC G01B021-00; G01D005-24; G05B019-19

ICM G01B021-00

ICS G01D005-24; G01D005-244; G05B019-19

AB DE 4009749 A UPAB: 19930928

The monitoring of length or angle measurement systems involves generating signals in an evaluation device at measurement times and from count signals arising from the relative motion of a sensing device (5) and scale carrier (1).

With the measurement part stationary the scale carrier is moved between stable positions in the scale direction (9) and the sign-related displacement (14) measured and compared with a standard value. The comparison result can be used for error indication or adjustment.

USE/ADVANTAGE - For monitoring high resolution measurement systems on machines with mutually relatively movable elements (4,6) stationary using arrangement.

1/1

FS EPI

FA AB

MC EPI: S02-A02A; S02-A02F; S02-A09; S02-K03A9

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**